

Опубликовано:

[Шевченко В.В., Заныхайло Е.А. Особенности выбора материалов для оборудования высокотемпературных сверхпроводящих электрических машин / Сборник тезисов докладов XLIII научно-практической конференции научно-педагогических работников, ученых, аспирантов и сотрудников академии (20-23 декабря 2009 г.), часть 1, секция «Электроэнергетики». – Харьков: УИПА, Энергетический факультет, 2009. - С. 24].

Особенности выбора материалов для оборудования высокотемпературных сверхпроводящих электрических машин

Шевченко В.В., Заныхайло Е.А.

Получение в 1987 г. высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) открыло дорогу реализации технических идей, считавшихся ранее недостижимыми. Использование сверхпроводниковых (СП) материалов позволяет создавать самые разные приборы, аппараты и электрические машины (ЭМ), обладающие высокими характеристиками при малых габаритах, массе и потребляемой мощности. Одной из первых стала активно развиваться такая важная область применения ВТСП-в, как электромашиностроение. Появление ВТСП-ков с переходом в СП-щее состояние при температурах, превышающих температуру жидкого азота (77 К), открыло путь к разработке ЭМ с уникальными параметрами, которые функционируют при достаточно простых и дешевых системах охлаждения вместо традиционного дорогого гелиевого оборудования. Перспективные области применения ВТСП-сти - это компактные и мощные двигатели для кораблей и подводных лодок, генераторы и накопители электроэнергии для электростанций, промышленных предприятий, оружие направленного действия и т.д. Чрезвычайно широкий спектр применения ВТСП- материалов обусловлен отсутствием потерь на постоянном токе и небольшими потерями на переменном, экранированием магнитных и электромагнитных полей, возможностью передачи сигналов с минимальными искажениями, а также выполнения аналоговых и цифровых функций при 1000-кратном уменьшении мощности рассеяния и 10-20-кратном повышении быстродействия в сравнении с современными полупроводниковыми приборами. Применение СП-ков в электромашиностроении позволяет уменьшить массу и габаритные размеры ЭМ, увеличить предельную мощность и КПД турбогенераторов, получить электродвигатели с минимальным моментом инерции, с малым временем реверса, со специальными характеристиками.

Реализация преимуществ использования явления СП-сти в ЭМ поставила перед электротехнической промышленностью новые проблемы научного, опытного, конструкторского и технологического плана. Эти проблемы возникают благодаря физическим процессам, протекающим в СП-вых ЭМ-нах, а также вследствие особенностей их конструкции. Это, прежде всего, наличие криостатов, к которым предъявляются требования экономичности, т.е. оптимального расхода хладагента при захолаживании и криостатировании СП-щих обмоток, и надёжности при длительном сроке службы в условиях механических воздействий при работе на ЭМ-ы. Особенно это относится к вращающимся криостатам быстроходных машин. Создание криостатов, отвечающих поставленным требованиям, предполагало проведение комплекса исследований в части разработки и апробирования методик тепловых и гидродинамических расчётов, исследование конструктивных особенностей криостата и его узлов, освоение технологии изготовления вакуумно-плотных изделий и т.д.

Исследование новых технологий для материалов, работающих при криогенных температурах, позволило сделать вывод, что для обеспечения надёжной теплозащиты области со ВТСП-м электрооборудованием следует использовать новые материалы с тонкоплёночными слоями из иттриевых керамик. Также использование в составе ротора оболочек композитных ВТСП листовых материалов позволяет существенно (в 2-2,5 раза) повысить выходную мощность СД по сравнению с двигателями аналогичной конструкции (без ВТСП плёнок) при тех же режимах охлаждения.